

Instituto Politécnico de Lisboa (IPL)

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL)

Área Departamental de Engenharia da
Eletrónica e Telecomunicações e de Computadores(ADEETC)
LEETC, LEIC, LEIM, LEIRT, MEIC

Redes de Internet (RI) – Trabalho nº 2 (OSPF)

Inverno de 2020/2021 - Data limite de entrega: **Ver Moodle**

Este trabalho tem como objetivo o aprofundamento dos conhecimentos sobre o protocolo OSPF.

O trabalho prático é de execução por grupos de até 3 alunos, podendo existir avaliação do grupo e/ou individual sobre a realização do mesmo e o tema que envolve. O docente decidirá conforme os relatórios entregues e as notas individuais se fará, e com que grupos fará, a discussão final dos trabalhos.

Este trabalho, tal como os seguintes, é considerado pedagogicamente fundamental (“[NORMAS DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS](#)”, Conselho Pedagógico do ISEL, ponto 2.3.1).

É assumido que os alunos sabem utilizar convenientemente os comandos de configuração dos equipamentos, incluindo os de *show* e *debug*, para validar o seu trabalho e resolver os desafios que lhes vão aparecendo.

Recomenda-se o uso do GNS3, ~~pode-se no entanto~~ pode, no entanto, ser usado outro simulador. O PT não inclui as capacidades suficientes.

O relatório deve incluir na identificação, para além do número do grupo e dos alunos, os respetivos nomes e o curso. Deve incluir, em anexo, os ficheiros de configuração das várias fases do simulador e a justificação das escolhas efetuadas. Deve incluir um link para a exportação do projeto em GNS3 (“*Export Portable Project*”).

Nota: Ler TODO o enunciado antes de se começar a configurar os equipamentos!

Introdução

A topologia objeto de estudo, na figura abaixo, corresponde à rede de uma operadora com 12 POPs (*Points-of-Presence*) distribuídos por todo o território nacional, pertencendo ao Tier 3. A rede é constituída por ligações dedicadas de alto débito, entre os *routers*, suportadas na sua infraestrutura ótica de transmissão DWDM. Na zona sul por razões de futuros Upgrading os routers estão adicionalmente interligados através de um LAN (*switch* 1). A operadora é um ISP que fornece conectividade a várias empresas e trânsito por um ISP maior de *Tier 2*. A empresa possui três DC (*Data Centers* 1 a 3) para prestar serviços de *Web Hosting* e *Cloud Services*. O DC3 instalado numa zona remota, por falta de rede DWDM está ligado diretamente aos POPs da zona norte.

É disponibilizado um projeto de GNS3 com o “esqueleto” da topologia representada. Pretende-se que sejam efetuadas as configurações necessárias realizando as tarefas que constam nas várias alíneas, de forma a ficar uma rede funcional usando o protocolo OSPF como protocolo de encaminhamento dinâmico.

Se usar o GNS3 não se esqueça de ir salvando as configurações de cada um dos *routers* e de cada um dos PC (“*write*”/“*copy run start*” e “*save*” nos VPCS (PC) quando introduzir o IP, máscara e *gateway*).

Topologia

A topologia entregue-usada no projeto de GNS3 encontra-se na figura abaixo. Na simulação as ligações de alto débito estão representadas por ligações Fast, Gigabit Ethernet e ligações *Point-to-Point*, ao *router* R19, via portas

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

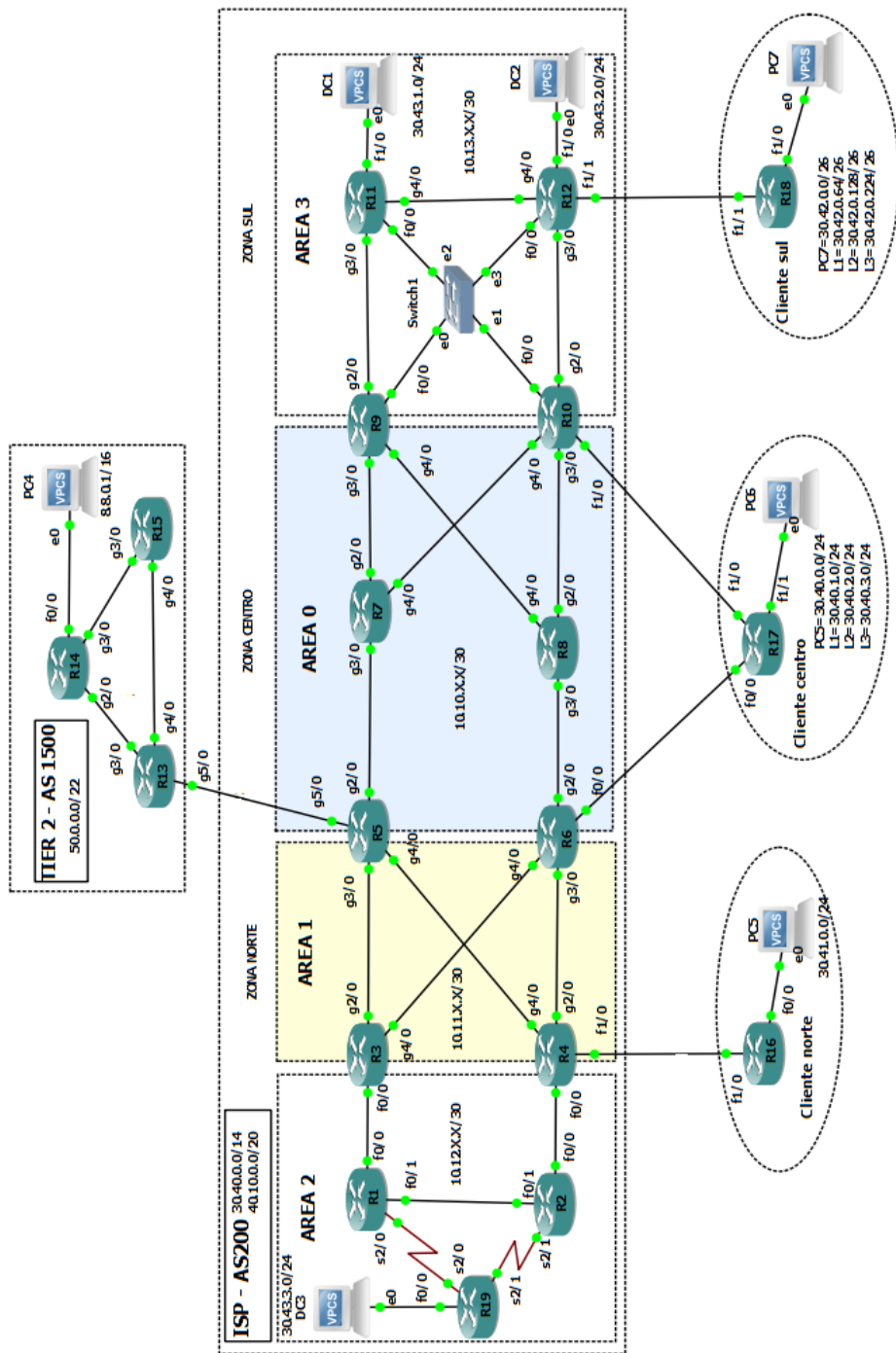
Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

| série. Apesar do ISP ter 12 POPs (*Points-of-Presence*) o trabalho será efetuado considerando apenas as ligações indicadas no projeto.



Endereçamento

O ISP recorreu ao RIPE para conseguir as seguintes redes (bloco IPv4) e AS -> ASN200 && 30."Nºgrupox4".0.0/14 && 40."Nºgrupo.0.0/20. Na rede interna (*Loopbacks* e redes *Point-to-Point* (PTP)) utiliza endereçamento privado.

O ISP de *Tier 2* possui o seguinte endereçamento: 50.0.0.0/22

a) Clientes

O ISP utiliza a 30."Nºgrupox4"x4.0.0/14 para delegar aos seus clientes e a 40."Nºgrupo".0.0/16 para redes de interligação com estes.

Desta forma, delega o bloco IPv4 /16 do bloco IPv4 30."Nºgrupo"x4.0.0/14 para os clientes do Centro, o segundo para os do Norte, o terceiro para os clientes Sul e o quarto bloco /16 é reservado ao ISP.

Relativamente às redes de interligação, utiliza a primeira /24 da 40."Nºgrupo.0.0/20 para os clientes do Norte, a segunda /24 para os do Centro e a terceira/24 para os clientes do Sul .

i) Cliente centro: Atribuído o endereçamento 30."Nºgrupo"x4.0.0/22 (4 redes /24, 1 rede ligada e 3 redes simuladas por interfaces *loopbacks*)

ii) Cliente_norte: 30."Nºgrupo"x4+1.0.0/24

iii) Cliente_sul: 30."Nºgrupo"x4+2.0.0/24 (1 rede /26, 1 rede ligada e 3 redes simuladas por interfaces *loopbacks*)

iv) DC1: 30."Nºgrupo"x4+3.1.0/24; DC2: 30."Nºgrupo"x4+3.2.0/24; DC3:30."Nºgrupo"x4+3.3.0/24

v) Nas ligações /30 entre *routers* o primeiro endereço da rede é atribuído ao *router* com o nº mais baixo.

vi) Nas redes com DC ou PC, os *routers* possuem o último endereço IP e os DC ou PC o primeiro.

b) Rede core OSPF do ISP

i) Loopbacks

Routers: 10.255."nºRouter"."nºRouter"

ii) PTP

Regra geral: 10."area"."nºRouter+baixo""nºRouter+alto".X/30

Exceto nas seguintes ligações em que terão o terceiro byte do endereço IP será:

- R9-R11: 119;
- R10-R11: 110;
- R10-R12:120;
- R11-R12:121.

Rede do *switch* 1: 10.13.74.0/27 (R9=.1, R10=.2, R11=.3 e R12=.4)

Formatted: Font: Italic

iii) Redes Interligação

ISP - Cliente norte: 1ª /30 da primeira /24 pertencente à 40."Nºgrupo".0.0/20

ISP - Cliente centro: 4ª e 5ª/30 da segunda /24 pertencente à 40."Nºgrupo".0.0/20

ISP - Cliente sul: 5ª /30 da terceira /24 pertencente à 40."Nºgrupo".0.0/20

c) ISP Tier 2 (ASN_1500)

- PTP no *core* OSPF: 1ª, 2ª e 3ª/30 do endereçamento do ISP *Tier 2*.

- Resto do Mundo é simulado no PC4 com a rede 8.8.0.0/16, possuindo o PC4 o primeiro endereço.

Formatted: Font: Italic

- R13-R5: penúltima /30 da 1ª /24 do endereçamento do ISP Tier 2

Tarefas

No projeto GNS3 disponibilizado estão configuradas todas as interfaces dos *routers* do ISP à exceção das ligações aos clientes, *Data Centers* e *Tier* de nível superior. Os endereçamentos IP em falta deverão ser realizados de acordo com as regras de mapeamento definidas. O ISP presta serviço apenas a três clientes, um por cada zona de implantação. Por inexistência de circuitos da rede ótica DWDM, a área 2 viola a regra geral OSPF de ligação direta ao *backbone*. A otimização das configurações, solicitada na realização do trabalho, será efetuada considerando ser esta a configuração final da rede.

Responda às questões e execute as seguintes tarefas:

1) Configuração dos *routers* e *dos* DC (PCs) do ISP.

a) Nesta fase não configure as interfaces dos *routers* destinadas às redes de interligação aos clientes e *Tier* de nível 2.

b) A configuração OSPF da rede do ISP deverá ter em atenção os seguintes pontos:

- Processo OSPF identificado com o número 1
- O *router* ID deve ser configurado manualmente e poder vir a ser injetado em todo o OSPF do ISP. Não faça, no entanto, verifique se é possível não injetar os respetivos *Loopback* para não sobrecarregar as tabelas de encaminhamento dos *routers*;
- Nos *links* onde não é expectável vizinhos OSPF, não devem ser enviados *Hellos*;
- O custo OSPF deve ter em conta o facto de existirem interfaces Gigabit;
- Os *routers* dos *Data Centers* são *routers* interiores das respetivas áreas;
- As áreas 2 e 3 estão ligadas à área de *backbone*, nesta fase, sem qualquer filtragem de LSA.

Formatted: Font: Italic

c) Configure os endereços IP da rede dos *Data Centers*.

d) Configure apenas os *routers* do *backbone* e não injete no OSPF as redes de interligação.

e) Interprete o conteúdo da tabela de *routing* do R7 e a sua base de dados OSPF.

f) Faça um *traceroute* do R5 para o IP do interface *g3/0* de R8. O OSPF efetua balanceamento de carga?

g) Na configuração por omissão (default), qual a métrica de uma interface de 1Gbps e de 10Gbps?

Formatted: Font: Not Italic

h) Configure os *routers* da área 1 e não injete no OSPF a rede de interligação ao cliente norte.

i) Quais as alterações na tabela de *routing* do R7 e a sua base de dados OSPF obtida no ponto d).

j) Configure os *routers* das áreas 2 e 3 e redes dos respetivos *Data Centers*. Para verifique o resultado das configurações efetuadas analise a nova tabela de *routing* do R7 e respetiva base de dados OSPF (LSDB).

k) Apresente o resultado de um *ping* múltiplo (comando *Tclsh*) no R7 que inclua o endereço IP de uma interface de todos os *routers* e *Data Centers*.

l) Quantos ABR existem na rede do ISP? Confirme a partir da base de dados OSPF de R7.

m) Na rede do switch 1 quais são os routers DR e BDR? Faça as alterações necessárias para alterar o *router* DR (um à sua escolha).

n) Interprete o conteúdo do LSA tipo 1 do R1 (*R1#sh ip ospf database router adv-router "router ID"*) e justifique o custo do interface série *s2/0*.

- o) Altere a ligação R5-R7 de tipo de rede BMA para PTP através do comando “*ip ospf network point to point*” nas 2 interfaces deste *link*. Faça o comando *Show neighbor* de R7 antes e após a execução da comando. Indique as conclusões a que chegou. Este comando deveria estar sempre introduzido em *links* PTP? Justifique

2) Configuração da rede do Cliente norte e ligação ao ISP

A rede interna do cliente norte e respetiva interligação ao ISP usa *routing* *RIPv2*. O *router* do ISP (R4) gera uma rota *default* para o domínio RIP e faz a injeção das rotas RIP no OSPF com métrica 400. Responda às questões e execute as seguintes tarefas:

- Configure a rede do cliente norte e sua ligação ao ISP.
- Qual a diferença entre redistribuir uma rede no OSPF e introduzi-la através do comando “*network*”?
- As rotas externas injetadas devem ser tipo 1 ou tipos 2? Justifique.
- Verifique na tabela de encaminhamento de qualquer *router* do ISP as novas rotas externas.
- Teste a conectividade ao ISP através de um *ping* múltiplo no R16 que inclua os *Data Centers* e pelo menos um *interface* de um *router* de cada área.

3) Configuração da rede do Cliente Sul e ligação ao ISP

A rede interna do cliente sul e respetiva interligação ao ISP usa também *routing* RIP. A rede cliente inclui 4 sub-redes: a rede do PC7 e 3 redes simuladas pelos 3 interfaces *loopback* 1 a 3. No ASBR (R12) as rotas são injetadas por redistribuição mutua.

- Configure a rede do cliente sul e sua ligação ao ISP com métricas iniciais (*seed metric*) iguais a 1200 e 12
- Verifique tabela de *routing* de R18.
- Verifique na tabela de encaminhamento de qualquer *router* do ISP as novas rotas externas.
- Teste a conectividade ao ISP através de um *ping* múltiplo no R18 que inclua os *Data Centres* e o pelo menos um *interface* de um *router* de cada área.
- Faça *trace* do PC7 para os 3 Data Centers. (O *traceroute* pode ser interrompido com ctrl+shift+6)
- [Opcional] Filtre a injeção de rotas OSPF no domínio RIP através de “*route-map*” para apenas ter conectividade aos *Data Centers*.

Nota: Ver filtragem em docs OSPF\Chapter 4.pdf e CCNP-I-BSCI_Module_5_Route_Optimization.pwp

- [Opcional] Verifique a nova tabela de *routing* de R18 e repita o teste realizado em d) e e) para a verificar o sucesso da filtragem efetuada.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font color: Red

Formatted: Font color: Red

4) Configuração da rede do Tier 2 e ligação ao ISP

O ISP *Tier 2* possui OSPF no seu *core*. O acesso à *Internet* é simulado pela conectividade ao PC4 com o endereço IP 8.8.0.1/16.

- Configure a rede Core e a rede do PC4.
- A ligação entre ISP é realizada através de *routing* estático com a possibilidade de conectividades às respetivas redes internas. Configure.
- Teste a conectividade entre ISP através de um *ping* múltiplo a partir de R14 que inclua os *Data Centers*, clientes norte e sul e pelo menos um *router* de cada área.
- Faça um *trace* a partir do PC4 para os *Data Centers*.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

5) Configuração da rede do Cliente centro e ligação ao ISP

A rede interna do cliente centro e respetivas interligação ao ISP usam igualmente *routing* RIP. A rede cliente inclui 4 sub-redes, a rede do PC6 e mais 3 redes simuladas através dos interfaces *loopback* 1 a 3. De acordo o contrato estabelecido (SLA - *Service Level Agreement*) existem 2 ligações ativas do *router* cliente a 2 POP distintos. As rotas da rede do *routing core* e *edge* são também anunciadas através de redistribuição mútua em ambos os POP.

Execute as seguintes tarefas:

- Configure a rede do cliente centro e suas ligações ao ISP. (Use métricas iniciais (*seed metric*) de 6000 e 6 no R6 e 10000 e 10 no R10)
- Faça a captura através do [Wireshark](#) na ligação R6-R17.
- Qual a razão do R6 enviar 2 mensagens RIP em cada ciclo e o R17 apenas 1?
- Evidencie a ocorrência indesejada de *loops* nos anúncios enviados pelo R6.
- Faça o *shutdown* do interface f0/0 de R6 e verifique com *traceroute* que a comunicação se faz via R10 ([tenha](#) em atenção que o temporizador de rota inválida por falta de *updates* é de 180 s).
- Para eliminar os *loops* faça o *shutdown* [da](#) interface f1/0 de R10 ou em alternativa execute a tarefa opcional da alínea [g](#)).
- [\[Opcional\]](#) Elimine os *loops* com filtros configurados nos 2 ASBR através de *distribute-list* ou *route-map*. Os filtros devem também limitar o acesso deste cliente apenas aos *Data Centers*, Internet e cliente norte (ver exemplos em docs_OSPF\Chapter 4.pdf e CCNP-I-BSCI_Module_5_Route_Optimization.pwp).
- [\[Opcional\]](#) Para verificar a filtragem efetuada analise a tabela de *routing* de R17.

Formatted: Font color: Red

Formatted: Font color: Red

6) Otimização das tabelas de encaminhamento.

Pretende-se nesta tarefa alterar as configurações dos *routers* do ISP (ASN200) para reduzir a dimensão das suas tabelas de encaminhamento. Colocar as áreas com filtragem e sumarizar as rotas internas e externas injetadas. A conectividade dos clientes pode ser afetada mas não tenha isso em consideração na execução nas tarefas a) a e).

Execute então as seguintes tarefas:

- Escolha a opção correta *Stub*, *Totally Stub*, *Not so Stub* ou *Not so Stub Totally Stub* e configure a área 2. Apresente a tabela de *routing* de R1 e rotas IA de R7 (R7#sh ip route | i O IA).
- Escolha a opção correta *Stub*, *Totally Stub*, *Not so Stub* ou *Not so Stub Totally Stub* e configure a área 3. Apresente a tabela de *routing* de R11 e rotas IA de R7.
- Sumarize a injeção das redes da área 1 e 3 no *backbone* (não é possível sumarizar as redes da área 2 através do *link* virtual). Apresente a tabela de *routing* de R7 (rotas IA).
- [\[Opcional\]](#) Sumarize a injeção das redes da área 2 configurando um [túnel](#) GRE entre R3 e R5. Apresente a tabela de *routing* de R7 (rotas IA)
- Sumarize a injeção das rotas externas do cliente centro e sul. Apresente a tabela de *routing* de R7 antes e após a configuração incluindo apenas as rotas externas (R7#sh ip route | i O E).
- [\[Opcional\]](#) Reconfigure R12 e R18 para que este cliente tenha apenas conectividade com os DC.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font color: Red

Bibliografia

Documentos de apoio da [UC de RI](#), material fornecido pelo seu docente, [Internet](#).

Exemplos de Configurações

OSPF:

```
RouterN(config)#router ospf n
RouterN(config-router)#network xxx.yyy.zzz.www <máscara inversa> area k
RouterN(config-router)#passive-interface XY/Y
```

Ou suprima o envio de pacotes hello de todas as interfaces e ative apenas nas necessárias

```
RouterN(config-router)#passive-interface default
RouterN(config-router)#no passive-interface XY/Y
```

Configure os *router*s para registarem alterações de adjacência:

```
RouterN(config)#router ospf k
RouterN(config-router)# log-adjacency-changes
```

Áreas Virtuais

```
router ospf k
link virtual do Router 3 para o 5
area N virtual-link <router 5>
```

Formatted: Font: *Italic*